

## Multi-part cooled piston for an internal combustion engine

**Patent number:** DE10210570  
**Publication date:** 2003-09-18  
**Inventor:** KEMNITZ PETER (DE); MESSMER DIETER (DE)  
**Applicant:** MAHLE GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: **F02F3/00; F02F3/22; F02F3/00; F02F3/16; (IPC1-7): F02F3/16**  
- european: **F02F3/00B1; F02F3/22**  
**Application number:** DE20021010570 20020309  
**Priority number(s):** DE20021010570 20020309

### Also published as:

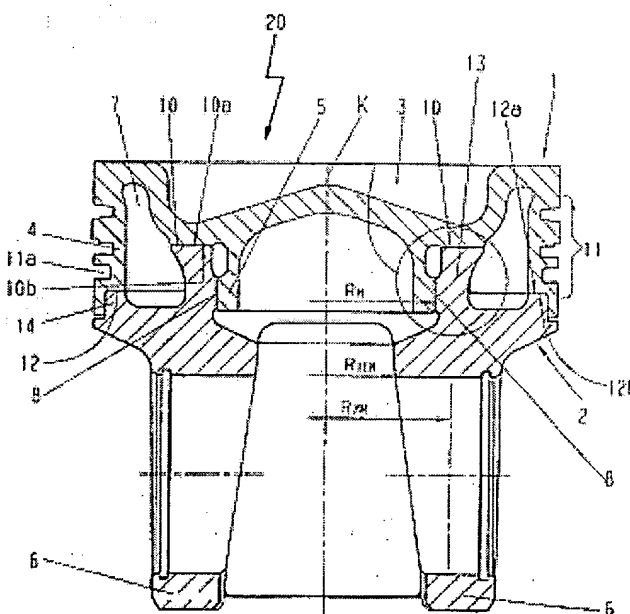
WO03076786 (A1)  
EP1483493 (A1)  
US6763758 (B2)  
US2003167918 (A1)  
EP1483493 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10210570

Abstract of corresponding document: **US2003167918**

A multi-part cooled piston for an internal combustion engine comprises a one-piece piston upper part having a combustion bowl and an annular wall with a piston-ring part, and a one-piece piston lower part having a box-like piston skirt, and bosses to receive the piston pins joining the piston to the connecting rod and boss supports, which are joined to the piston skirt. A cooling channel is formed through the piston upper part and also the piston lower part and is limited thereby in its cross section. A reduction of the compression height and an increase of the heat load can be achieved with this piston despite increasing engine power. The piston can also be assembled without microstructural change. The piston upper part and the piston lower part are provided with support elements having seating faces, which form a first and a second seat. The support element comprising the first seat is provided with threads for screwing the two piston parts together, and in the screwed together condition of the piston upper part and piston lower part, the two piston parts are braced exclusively via the first and second seats.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 10 570 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 F 3/16**

②1 Aktenzeichen: 102 10 570.7  
②2 Anmeldetag: 9. 3. 2002  
④3 Offenlegungstag: 18. 9. 2003

DE 102 10 570 A 1

⑦1 Anmelder:  
Mahle GmbH, 70376 Stuttgart, DE  
  
⑦2 Erfinder:  
Kemnitz, Peter, 71397 Leutenbach, DE; Messmer,  
Dieter, 71686 Remseck, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

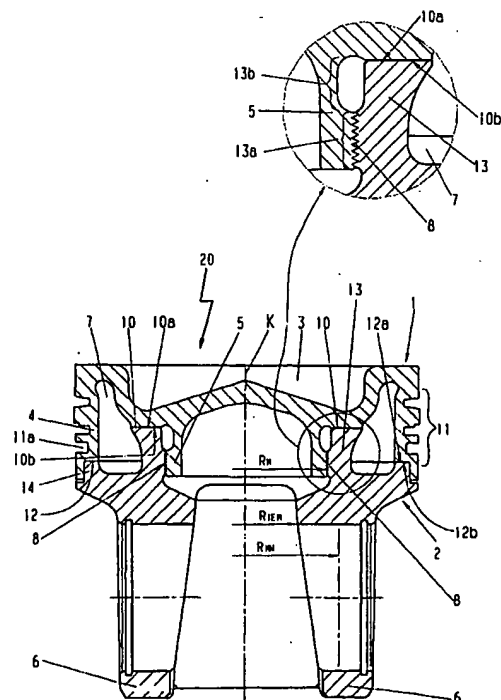
DE	5 47 233 C
DE	2 81 030 C
DE	44 29 489 A1
DE	36 33 134 A1
DE	37 135 U
DE	32 49 290 T1
DD	1 06 677
FR	14 29 327
FR	13 37 311
FR	9 87 818
GB	2 04 524
US	23 98 577
US	17 23 823
US	17 23 187
EP	04 69 666 A1
WO	00/53 913 A1
JP	63-2 35 648 A
JP	60-1 35 653 A
JP	01-3 18 749 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Mehrteiliger gekühlter Kolben für einen Verbrennungsmotor

⑤7 Die Erfindung betrifft einen mehrteiligen gekühlten Kolben für einen Verbrennungsmotor, bestehend aus einem einstückig ausgebildeten Kolbenoberteil, das eine Verbrennungsmulde und eine Ringwand mit Ringpartie umfasst, und einem einstückig ausgebildeten Kolbenunterteil, das einen kastenförmigen Kolbenschaft, Naben zur Aufnahme des den Kolben mit dem Pleuel verbindenden Kolbenbolzens und Nabenabstützungen, die mit dem Kolbenschaft verbunden sind, umfasst, wobei ein Kühlkanal durch das Kolbenoberteil als auch Kolbenunterteil gebildet und in seinem Querschnitt durch diese begrenzt ist, mit dem bei steigender Motorleistung eine Verkleinerung der Kompressionshöhe und eine Erhöhung der Wärmebelastung erzielt und ein Zusammenbau des Kolbens ohne Gefügeveränderung ermöglicht werden soll. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht,

- dass das Kolbenoberteil (1) und das Kolbenunterteil (2) Stützmittel (4, 5, 8, 13, 14) mit Auflageflächen (10a, 10b, 12a, 12b) umfassen, die eine erste und zweite Auflage (10, 12) bilden,
- dass die erste Auflage (10) umfassenden Stützmittel (5, 8, 13) des Kolbenober- und -unterteils Gewinde (8) zur Verschraubung beider Kolbenteile aufweisen und dass im verschraubten Zustand des Kolbenoberteils mit dem Kolbenunterteil beide Kolbenteile ausschließlich über die erste und zweite Auflage (10, 12) abgestützt sind.



DE 102 10 570 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen mehrteiligen gekühlten Kolben für einen Verbrennungsmotor, bestehend aus einem einstückig ausgebildeten Kolbenoberteil, das eine Verbrennungsmulde und eine Ringwand mit Ringpartie umfasst, und einem einstückig ausgebildeten Kolbenunterteil, das einen kastenförmigen Kolbenschaft, Naben zur Aufnahme des den Kolben mit dem Pleuel verbindenden Kolbenbolzen und Nabenabstützungen, die mit dem Kolbenschaft verbunden sind, umfasst, wobei ein Kühlkanal durch das Kolbenoberteil als auch Kolbenunterteil gebildet und in seinem Querschnitt durch diese begrenzt ist.

[0002] Derart gattungsgemäße Kolben sind beispielsweise aus der DE-PS 800 350, DE-OS 22 12 922, EP 0 604 223 A1, Jp 60-143148, Jp 60-178345 bekannt. Diese Kolben weisen im wesentlichen zentrale Verschraubungen auf und besitzen damit die bekannten Nachteile sogenannter gebauter Kolben, bei denen durch die punktförmige Verbindung von Kolbenober- und Unterteil unter dem Verbrennungsdruck eine den Verschleiß bewirkende Relativbewegung zwischen beiden Kolbenbauteilen entsteht. Um den Vorteil dieser Kolben, der insbesondere durch die Verbindung verschleißfester Kolbenoberteile mit aus Leichtmetall bestehenden Kolbenunterteilen entsteht, ohne den vorgenannten Nachteil in Kauf zu nehmen, wurden in der Vergangenheit die Verschraubungen in den äußeren Kolbenrandbereich verlegt, wie beispielsweise aus der FR 753,615 oder US 2,159,989 bekannt. Generell sind diese aus den 30iger Jahren bekannten Konstruktionen nicht mit den Konzepten moderner Kolben vergleichbar, da diese für wesentlich geringere Brennraumdrücke konzipiert waren. Zudem können Verbrennungsmulden bei derartigen Konstruktionen nicht ermöglicht werden.

[0003] Aus der DD 123 962 ist weiterhin ein Kolben bekannt, bei dem ein verschleißfestes Kolbenringfeld dadurch erzeugt wird, dass ein Kolbengrundkörper mit einem Feuersteg und das Ringfeld oder einen Teil des Ringfeld bildenden Kreisingelements aus einem beliebigen geeigneten Werkstoff mechanisch verbunden – hier verschraubt – und gegen Lösen gesichert ist. Nachteilig ist jedoch, dass nur das Ringfeld aus verschleißfestem Material besteht und hohe Kompressionsdrücke bei gleichzeitig geringer Kolbenbauhöhe nicht realisierbar sind.

[0004] Neben der zentralen bzw. dezentralen Verschraubung als Verbindung von Kolbenteilen, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen, sind auch Schweißverfahren bekannt, wie beispielsweise das Reib-Schweißverfahren aus der WO 00/06882. Kolbenober- und Unterteile können damit relativ einfach verschweißt werden. Nachteilig sind jedoch die durch die Schweißung verursachten Änderungen im Materialgefüge, die zu Spannungsrissen führen und noch nachteiliger aber durch die Begrenzung in der Werkstoffauswahl für die zu verbindenden Teile.

[0005] Die Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, ein Kolbenkonzept für einen mehrteiligen gekühlten Kolben für einen Verbrennungsmotor zu finden, das bei steigender Motorleistung eine Verkleinerung der Kompressionshöhe und eine Erhöhung der Wärmebelastung gestattet und das einen Zusammenbau des Kolbens ohne Gefügeveränderung ermöglicht.

[0006] Dieses Problem wird bei dem gattungsgemäßen Kolben gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Nach dieser Lösung weist das Kolbenoberteil und das Kolbenunterteil Stützmittel mit Auflageflächen auf, die eine erste und zweite Auflage bilden, wobei die erste Auflage umfassenden Stützmittel des Kolbenober- und -unterteils Gewinde zur Verschraubung beider Kolbenteile aufweisen. Im ver-

schraubten Zustand des Kolbenoberteils mit dem Kolbenunterteil sind beide Kolbenteile ausschließlich über die erste und zweite Auflage abgestützt. Die dadurch erzielte mechanische Stabilität ist einer verschweißten Kolbenteilverbindung infolge der Vermeidung innerer Spannungen überlegen. Insbesondere wird diese Stabilität durch die Anordnung der Auflagen in bezug zum Kolbendurchmesser dadurch erreicht, dass die erste Auflage radial innen und die zweite radial außen angeordnet ist und dass diese Auflagen in unterschiedlichen Ebenen in bezug zur Kolbenhöhe angeordnet sind, sodass eine effektive innere und äußere Abstützung erzielt wird. Erfindungsgemäß weist ein Teil der Stützmittel, die als Ring und ringförmige Tragrippe ausgebildet sind, ein Gewinde zur Verschraubung der Kolbenteile auf, wobei die Ringrippe in seiner Wandkonstruktion derart ausgeführt ist, dass durch diese eine elastische Verformung infolge des auf den Kolbenboden ausgeübten Brennraumdruckes ermöglicht ist, ohne die Stabilität der Schraubverbindung zu vermindern. Insbesondere wird vorteilhaft durch die Lageanordnung der Stützmittel, die über die von der Kolbenlängsachse in radialer Richtung zur Kolbenmantelfläche ausgehenden Radien definiert sind, der Kraftfluss vom Kolbenboden über die Stützmittel auf die Nabenabstützungen bzw. Kolbenbolzen in wirksamer Weise ohne Überlastung des Kolbenmaterials abgeleitet. Schäden infolge der mechanischen Belastung, wie beispielsweise Spannungsrisse, sind somit effektiv vermeidbar. Des weiteren weist die erfinderische Konstruktion den Vorteil auf, dass die Zentrierung des Kolbenoberteils zum Kolbenunterteil nicht durch die Verschraubung erfolgt, sondern durch Wandbereiche einer stufenförmigen Ausbildung der Stützmittel, welche die zweite, also äußere, Auflage bildet. Durch die erfindungsgemäße Lösung sind Kolbenoberteile aus warmfestem Stahl und Kolbenunterteile, bestehend aus geschmiedetem AFP-Stahl, besonders einfach und kostengünstig verbindbar.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0009] Es zeigt:

[0010] Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Kolben im Querschnitt, geschnitten in Bolzenrichtung;

[0011] Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Kolben im Querschnitt, geschnitten in Druck-Gegendruck-Richtung;

[0012] Fig. 3 einen vergrößerten mittels Kreis gekennzeichneten Ausschnitt aus Fig. 1.

[0013] Der mehrteilige gekühlte Kolben 20, wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht aus einem Kolbenoberteil 1, das eine Verbrennungsmulde 3 und eine Ringwand 4 mit Ringpartie 11 umfasst, und einem Kolbenunterteil 2, umfassend einen kastenförmigen Kolbenschaft 9, Naben zur Aufnahme des den Kolben mit dem Pleuel verbindenden Kolbenbolzen (nicht dargestellt) und Nabenabstützungen 6, die mit dem Kolbenschaft 9 verbunden sind. Ein Kühlkanal 7 ist durch das Kolbenoberteil 1 als auch Kolbenunterteil 2 gebildet und in seinem Querschnitt durch diese begrenzt.

[0014] Das Kolbenoberteil 1 weist Stützmittel auf, die aus einer der Verbrennungsmulde 3 abgewandten Bodenseite angeordneten ringförmigen Auflagefläche 10a, einem Teil der horizontalen Querschnittsfläche 12a der Ringwand 4 und aus einer Ringrippe 5 besteht. Am Kolbenunterteil 2 sind ebenfalls Stützmittel vorgesehen, die aus einer ringförmigen Tragrippe 13, der Querschnittsfläche 1 Ob der Tragrippe 13 sowie einem ringförmigen Tragsteg 14 bestehen. Zur Bildung einer ersten ebenen und horizontalen Auflage 10 für beide Kolbenteile 1, 2 dienen die ringförmige Auflagefläche 10a und die Querschnittsfläche 10b der ringförmigen Tragrippe 13, wobei die Auflage 10 bezogen auf den

Kolbendurchmesser D radial innen angeordnet ist und eine innere Abstützung bildet. Eine zweite, ebene und horizontal angeordnete Auflage 12 für beide Kolbenteile besteht aus dem horizontalen Teil der Querschnittsfläche 12a der Ringwand 4 und der Querschnittsfläche 12b des ringförmigen Tragstegs 14, so dass eine stufenförmige Ausbildung des Tragstegs 14 entsteht, durch die das Kolbenoberteil zentriert ist. Im wesentlichen dient zur Zentrierung der Wandbereich 4a (Fig. 2) der Ringwand 4, der mit seiner Querschnittsfläche in axialer Richtung zum Kolbenschaft 9 einen Luftspalt bildet, wie aus der Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich. Die erste und zweite Auflage ist in bezug zur Kolbenhöhe in jeweils unterschiedlichen horizontalen Ebenen E1 und E2 angeordnet, die durch die Höhe H charakterisiert sind.

[0015] Ein Gewinde 8 zur Verschraubung von Kolbenoberteil 1 und Kolbenunterteil 2 ist an der in bezug zum Kolbendurchmesser radial nach außen liegenden Umfangsseite der Ringrippe 5 als Außengewinde und an der radial nach innen liegenden Umfangsseite der ringförmigen Tragrippe 13 als Innengewinde ausgeführt. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, zeigt die zur Bolzennabe weisende Ringrippe 5 in axialer Kolbenrichtung einen zumindest teilweise zylindrisch oder konisch geformten Abschnitt 13a, der das Gewinde trägt und parallel zur Kolbenachse (K) verläuft, wobei dem zylindrisch oder konisch geformten Abschnitt 13a der Ringrippe ein Abschnitt 13b in Richtung Verbrennungsmulde 3 mit veringertem Wandstärke folgt. Damit wird ein elastischer Bereich erzeugt, der die durch den Brennraumdruck erzeugten mechanischen Spannungen aufnehmen und auf den Kolbenbolzen ableiten kann.

[0016] Die gewindetragende Umfangsseite der Ringrippe 5 besitzt einen Radius  $R_{\text{Mantel}}$  ( $R_M$ ), der in einem Bereich  $R_{\text{Mantel}} < R_{\text{Mitte der Nabenabstützung}} (R_{\text{MN}})$  und  $R_{\text{Mantel}} > R_{\text{Inneres Ende der Nabenabstützung}} (R_{\text{IEM}})$  angeordnet ist, wobei alle Radien ausgehend von der Kolbenlängsachse (K) in radialer Richtung zur Kolbenmantelfläche definiert sind und die Radien "Mitte der Nabenabstützung" und "Inneres Ende der Nabenabstützung" auf den Zenit der Nabenbohrung ( $N_Z$ ) bezogen sind, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt.

[0017] Der Zusammenbau beider Kolbenteile erfolgt, in dem mittels des in bezug zur Tragrippe 13 überstehenden Wandbereichs 4a das Kolbenoberteil 1 zum Kolbenunterteil 2 zentriert und anschließend auf das Kolbenunterteil geschraubt wird. Die Höhe H (Abstand der Ebenen E1, E2) der ersten zur zweiten Auflage 10, 12 ist derart gestaltet, dass sich durch eine Höhendifferenz von ca. 50 µm zuerst die äußeren Auflageflächen 12a, 12b berühren und nach einer weiteren Drehbewegung zur Überwindung der Höhendifferenz die inneren Auflageflächen 10a, 10b, sodass der im vollständig verschraubten Zustand des Kolbenoberteils 1 mit dem Kolbenunterteil 2 entstandene Kühlkanal 7 nur durch die Auflageflächen 10a, 10b, 12a, 12b abgedichtet ist. Infolge des großen Durchmessers ist das Gewinde selbstsichernd. Zusätzlich kann aber eine Spannhülse unterhalb der 3. Nut, die radial angebracht ist, vorgesehen sein.

[0018] Das Kolbenoberteil 1 kann aus einem oxidationsbeständigen und/oder warmfesten Werkstoff bestehen. Zum Einsatz kommen typischerweise Stähle mit Chromgehalten  $\geq 4\%$  aus den Werkstoffgruppen der chemisch beständigen Stähle gem. DIN EN 10027-2 (Stahlgruppen-Nummern 1.4x xx) wie nichtrostende, hochwarmfeste oder hitzebeständige Stähle, sowie aus der Werkstoffgruppe der legierten Werkzeugstähle, wie legierte Warmarbeitsstähle.

[0019] Das Kolbenunterteil besteht aus einem ausschheidungshärtenden ferritisch-perlitischen Stahl oder Vergütungsstahl, wobei typischerweise die Stahlgüten 38MnVS6 oder 42CrMo4 eingesetzt werden (nach deutschen Stahl-Ei-

sen-Werkstoffblatt 101).

#### Bezugszeichen

- 20 Mehrteilig gekühlter Kolben
- 1 Kolbenoberteil
- 2 Kolbenunterteil
- 3 Verbrennungsmulde
- 4 Ringwand
- 10 4a Wandbereich der Ringwand
- 5 Ringrippe
- 6 Nabenabstützung
- 7 Kühlkanal
- 8 Gewinde
- 15 9 Kolbenschaft
- 10 erste Auflage
- 10a Auflagefläche Kolbenoberteil
- 10b Auflagefläche Kolbenunterteil
- 11 Ringpartie
- 20 11a Ringnut
- 12 zweite Auflage
- 12a Auflagefläche Kolbenoberteil
- 12b Auflagefläche Kolbenunterteil
- 13 Tragrippe
- 25 13a Zylindrischer Abschnitt der Tragrippe
- 13b nicht zylindr. Abschnitt der Tragrippe
- 14 Tragsteg
- E1, E2 Ebenen
- H Höhendifferenz von der ersten zur zweiten Auflageebene
- 30 K Kolbenlängsachse
- $N_Z$  Nabenzenit

#### Patentansprüche

1. Mehrteiliger gekühlter Kolben für einen Verbrennungsmotor, bestehend aus einem Kolbenoberteil das eine Verbrennungsmulde und eine Ringwand mit Ringpartie umfasst, und einem Kolbenunterteil, das einen kastenförmigen Kolbenschaft, Naben zur Aufnahme des den Kolben mit dem Pleuel verbindenden Kolbenbolzen und Nabenabstützungen, die mit dem Kolbenschaft verbunden sind, umfasst, wobei ein Kühlkanal durch das Kolbenoberteil als auch Kolbenunterteil gebildet und in seinem Querschnitt durch diese begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kolbenoberteil (1) und das Kolbenunterteil (2) Stützmittel (4, 5, 8, 13, 14) mit Auflageflächen (10a, 10b, 12a, 12b) umfassen, die eine erste und zweite Auflage (10, 12) bilden, dass die erste Auflage (10) umfassenden Stützmittel (5, 8, 13) des Kolbenober- und -unterteils Gewinde (8) zur Verschraubung beider Kolbenteile aufweisen, und dass im verschraubten Zustand des Kolbenoberteils mit dem Kolbenunterteil beide Kolbenteile ausschließlich über die erste und zweite Auflage (10, 12) abgestützt sind.
2. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite Auflage (10, 12) in bezug zur Kolbenhöhe in jeweils unterschiedlichen horizontalen Ebenen (E1, E2) angeordnet sind.
3. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Auflage (10) in bezug zum Kolbendurchmesser radial innen angeordnet ist und eine innere Abstützung für das Kolbenoberteil bildet und die zweite Auflage (12) in bezug zum Kolbendurchmesser radial außen angeordnet ist und eine äußere Abstützung für das Kolbenoberteil bil-

det.

4. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützmittel des Kolbenoberteils (1) die Auflagefläche (10a) der an der Verbrennungsmulde abgewandten Bodenseite, einen Teil der horizontalen Querschnittsfläche (12a) der Ringwand (4) und eine Ringrippe (5) umfassen, und dass die Stützmittel des Kolbenunterteils (2) eine ringförmige Tragrippe (13), der Querschnittsfläche (10b) der Tragrippe (13) sowie einen ringförmigen Tragsteg (14) mit seiner Querschnittsfläche (12b) umfassen.

5. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewinde (8) zur Verschraubung von Kolbenober- und -unterteil an der in bezug zum Kolbendurchmesser radial nach außen liegenden Umfangsseite der Ringrippe (5) als Außengewinde ausgeführt ist und an der radial nach innen liegenden Umfangsseite der ringförmigen Tragrippe (13) als Innengewinde ausgeführt ist.

6. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Bolzennabe weisende Ringrippe (5) in axialer Kolbenrichtung einen zumindest teilweise zylindrisch oder konisch geformten Abschnitt (13a) aufweist, der das Gewinde trägt und parallel zur Kolbenachse (K) verläuft.

7. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem zylindrisch oder konisch geformten Abschnitt (13a) der Ringrippe (5) ein Abschnitt (13b) in Richtung Verbrennungsmulde (3) mit verringerter Wandstärke folgt.

8. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius  $R_{\text{Mantel}}$  ( $R_M$ ) der Ringrippe (5) in einem Bereich  $R_{\text{Mantel}} < R_{\text{Mitte der Nabenabstützung}} (R_{MN})$  und  $R_{\text{Mantel}} > R_{\text{Inneres Ende der Nabenabstützung}} (R_{IEM})$  angeordnet ist, wobei alle Radien ausgehend von der Kolbenlängsachse (K) in radialer Richtung zur Kolbenmantelfläche definiert sind und die Radien "Mitte der Nabenabstützung" und "Inneres Ende der Nabenabstützung" auf den Zenit der Nabenbohrung ( $N_Z$ ) bezogen sind.

9. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflageflächen der ersten Auflage (10) aus der an der Verbrennungsmulde (3) abgewandten Bodenseite angeordneten Auflagefläche (10a) und der Querschnittsfläche (10b) der ringförmigen Tragrippe besteht.

10. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Auflage (10) annähernd mittig zur Ringpartie (11) angeordnet ist.

11. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Auflage (12) aus einem Teil der gesamten Querschnittsfläche der Ringwand (4) und der Querschnittsfläche (12b) des ringförmigen Tragstegs (14) besteht, sodass eine stufenförmige Ausbildung des Tragstegs (14) entsteht, durch die das Kolbenoberteil (1) zentriert ist.

12. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Auflage (12) unterhalb der untersten Ringnut (11a) in einem Abstand (a) angeordnet ist.

13. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der im verschraubten Zustand des Kolbenoberteils (1) mit dem Kolbenunterteil (2) entstehende Kühlkanal (7) nur durch die Auflageflächen (10a, 10b, 12a, 12b) abgedichtet ist.

14. Mehrteiliger gekühlter Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenoberteil (1)

aus einem oxidationsbeständigen und/oder warmfesten Werkstoff und das Kolbenunterteil (2) aus einem ausscheidungshärtenden ferritisch-perlitischen Stahl oder Vergütungsstahl besteht.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

